

CRESCIMENTO E ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA DE PALMEIRAS JOVENS SOB ESTRESSE HÍDRICO E SALINO

Ivo Rabelo de Melo¹, Paula Ingrid Maia Machado², Márcio Henrique da Costa Freire³, Antônia Leila Rocha Neves⁴, Aiala Vieira Amorim⁵, Claudivan Feitosa de Lacerda⁶

RESUMO: No semiárido, a ocorrência de áreas degradadas por sais é um problema recorrente. Assim, visando identificar espécies potenciais para a revegetação de áreas degradadas, o presente estudo avaliou o crescimento vegetativo e o índice relativo de clorofila (SPAD) de palmeiras jovens de *Copernicia prunifera* (carnaúba) e *Carpentaria acuminata* sob estresse salino e hídrico. Os tratamentos foram organizados em parcelas subdivididas: a parcela correspondeu às espécies *C. prunifera* e *C. acuminata*, a subparcela foi composta por dois tipos de solo (não salino e salino) e as subparcelas representaram três condições hídricas (irrigação plena, déficit e excesso hídrico), totalizando 120 unidades experimentais. Para a altura de plantas, houve interação tripla entre os tratamentos, com respostas de redução em *C. acuminata* para o déficit e para o excesso hídrico nos tratamentos sem salinidade e apenas para o alagamento no tratamento salino. O índice SPAD diferiu estatisticamente conforme as espécies e apresentou redução nos tratamentos alagados. *C. prunifera* apresentou maior tolerância aos efeitos deletérios dos estresses. *C. acuminata* demonstrou maior susceptibilidade aos estresses pela redução de sua altura e do teor de clorofila nas folhas.

PALAVRAS-CHAVE: *Copernicia prunifera*; *Carpentaria acuminata*; salinização do solo.

Growth and Leaf Chlorophyll Index of palm saplings under water and salt stress

ABSTRACT: In the semiarid region, the occurrence of areas degraded by salts is a recurrent problem. Thus, aiming to identify potential species for the revegetation of degraded areas, the present study evaluated the vegetative growth and the relative chlorophyll index (SPAD) of

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. E-mail: Instivo01@alu.ufc.br.

² Mestranda em Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

³ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

⁴ Bolsista de Pós-Doutorado Sênior, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

⁵ Prof. Doutor, Departamento de Estudos Interdisciplinares, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

⁶ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

young palms of *Copernicia prunifera* (carnauba) and *Carpentaria acuminata* under saline and water stress. The treatments were arranged in split-split plots: the main plot corresponded to the species *C. prunifera* and *C. acuminata*, the subplot consisted of two soil types (non-saline and saline), and the sub-subplots represented three water conditions (full irrigation, water deficit, and waterlogging), totaling 120 experimental units. For plant height, there was a triple interaction among the treatments, with *C. acuminata* showing reduced growth under water deficit and waterlogging in the non-saline treatments, and only under waterlogging in the saline treatment. The SPAD index differed statistically according to species and showed a reduction in the waterlogged treatments. *C. prunifera* exhibited greater tolerance to the deleterious effects of stress, whereas *C. acuminata* proved more susceptible, as evidenced by the reduction in height and leaf chlorophyll content.

KEYWORDS: *Copernicia prunifera*; *Carpentaria acuminata*; soil salinization.

INTRODUÇÃO

A degradação de solos decorrente da elevada concentração de sais é um dos principais fatores limitantes à produtividade agrícola, sobretudo no semiárido Brasileiro. Em áreas afetadas por sais, são recorrentes problemas de encharcamento e déficit hídrico (Medeiros et al., 2023). No Brasil, estima-se que 20 a 25% das áreas irrigadas apresentem problemas de salinização (FAO, 2006). Frente ao exposto, haja vista a importância da agricultura irrigada e a magnitude da problemática, estudos que visem identificar espécies com potencial para recuperar áreas degradadas são necessários.

Dessa forma, estudos demonstram que a carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore), palmeira xerófila nativa da região nordeste do Brasil, possui a capacidade de desenvolver mecanismos de sobrevivência em condições anóxicas, de salinidade/sodicidade, e quando submetidas a condições de secas prolongadas alternadas com períodos de inundação (Medeiros, 2021; Gheyi et al., 2022).

A palmeira carpentaria (*Carpentaria acuminata* (H. Wendl. & Drude) Becc.), espécie nativa da região tropical da Austrália, é também caracterizada pela colonização de solos alagados, nas margens de rios e córregos da floresta de Monções (Dowe, 2010).

Assim, vislumbrando o uso das espécies supracitadas para fins de revegetação de áreas degradadas, o presente estudo objetivou avaliar as respostas biométricas e o teor relativo de clorofila das duas espécies estudadas, sob condições de estresse hídrico e salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, situada na Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza (3°44'44.18"S; 38°34'55.16"W). Utilizou-se mudas de *Copernicia prunifera* e *Carpentaria acuminata* de oito meses de idade que foram acondicionadas em vasos com capacidade volumétrica de 12 litros.

A coleta de solos foi realizada na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC), localizada no município de Pentecoste, Ceará (3°49'3.25"S; 39°20'16.54"W, 47 m de altitude), sendo uma área caracterizada pela predominância de Neossolos Flúvicos, em área com problemas de salinização (Embrapa, 1999). Para a facilitação do manejo experimental, utilizou-se uma mistura de 40% de solo de Pentecoste, 30% de areia e 30% de Argissolo coletado nas proximidades da estação meteorológica da UFC. A mistura foi submetida a salinização artificial pela adição de sais específicos (NaCl, CaCl₂·2H₂O, MgCl₂·6H₂O) nos solos dos tratamentos salinos. A quantidade de sais adicionada foi determinada por uma curva de salinização representada pela equação 1, que foi utilizada considerando uma CE desejada de 8,0 dS m⁻¹. Dessa forma, foi adicionado ao substrato 69,35% de sais.

$$CEes = 0,1017x + 0,947 \quad (R^2 = 0,95) \quad (1)$$

Em que,

x - percentual de sais aplicados

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, arranjos em parcelas subdivididas, com cinco repetições e duas plantas por repetição, totalizando 120 unidades experimentais. Na parcela principal, foram consideradas as duas espécies estudadas: (i) *Copernicia prunifera* e (ii) *Carpentaria acuminata*. As subparcelas foram referentes aos dois tipos de solo: (i) solo salino com condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) igual a 8,0 dS m⁻¹ e (ii) solo não salino (CEes menor que 2,0 dS m⁻¹). Já as subsubparcelas corresponderam às três condições hídricas: (i) irrigação plena, (ii) déficit hídrico e (iii) excesso hídrico.

Os tratamentos de déficit hídrico e de alagamento foram aplicados de maneira alternada com períodos de suspensão do estresse, a fim de avaliar o potencial de recuperação das espécies. Foram aplicados dois momentos de estresse, com períodos de recuperação subsequentes. Os estresses tiveram duração de 20 dias, enquanto as recuperações se estenderam por 15 dias, contemplando os meses de janeiro e fevereiro de 2025.

O manejo da irrigação foi realizado a cada três dias, com o objetivo de manter o solo na capacidade de campo nos tratamentos de irrigação plena. Para o tratamento de excesso hídrico,

a lâmina de água foi mantida em 3 cm de altura, sendo repostada diariamente. A água de irrigação utilizada apresentava CE de 1,0 dS m⁻¹.

Foram obtidas variáveis biométricas (altura de plantas e número de folhas) e o índice relativo de clorofila ao final do segundo período de estresse. Para as medições do índice relativo de clorofila, utilizou-se um clorofilômetro portátil SPAD 502 (Minolta). O valor médio de três leituras por folha caracterizou o índice relativo de clorofila. A altura das plantas foi mensurada com auxílio de fita métrica. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey utilizando o Software Assistat versão 7.7 beta (SILVA, AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas apresentou interação tripla significativa ($p < 0,01$) para os três tratamentos aplicados. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias de altura para os tratamentos de *C. prunifera*, fato justificado pela tolerância a condições de estresse hídrico verificada nos trabalhos relatados por Gheyi et al. (2022). As alturas médias das plantas nos tratamentos controle e salino foram similares, corroborando os estudos que explicitam a presença de mecanismos adaptativos de *C. prunifera* à elevada concentração de sais. Segundo Medeiros et al. (2023), essa espécie, sob estresse salino, acumula íons tóxicos em suas folhas, como sódio e cloro, além de aumentar a concentração de prolina e carboidratos, compostos relacionados à osmorregulação.

O tratamento controle de salinidade de *C. acuminata* mostrou diferença significativa ($p < 0,05$) para o fator regime hídrico, com o tratamento de irrigação plena exibindo a maior média, e o de excesso hídrico, a menor. Para as plantas de *C. acuminata* submetidas ao estresse salino, verificou-se que o alagamento resultou em menor média para altura ($p < 0,05$), não havendo diferença significativa entre os demais tratamentos. Medeiros et al. (2018), avaliando os efeitos combinados de diferentes intensidades de estresse salino (1,70; 11,07; 16,44; 22,14 e 25,20 dS m⁻¹) e encharcamento em plantas jovens de coqueiro-anão-verde (*Cocos nucifera* L.), observaram que a inibição das taxas de crescimento decorrentes do ambiente alagado foi menos expressiva à medida que a concentração de sais no solo foi maior, reforçando a significância da interação entre os fatores. Similarmente, no presente estudo, em relação à irrigação plena, foi verificada maior redução na altura das plantas nos tratamentos controle para o efeito de salinidade, indicando que o efeito de estresse salino pode ter sido preponderante. Para o tratamento salino de *C. acuminata*, a redução na altura observada no excesso hídrico em relação

aos demais regimes hídricos ainda foi significativa em razão da intensidade do estresse salino ($8,0 \text{ dS m}^{-1}$).

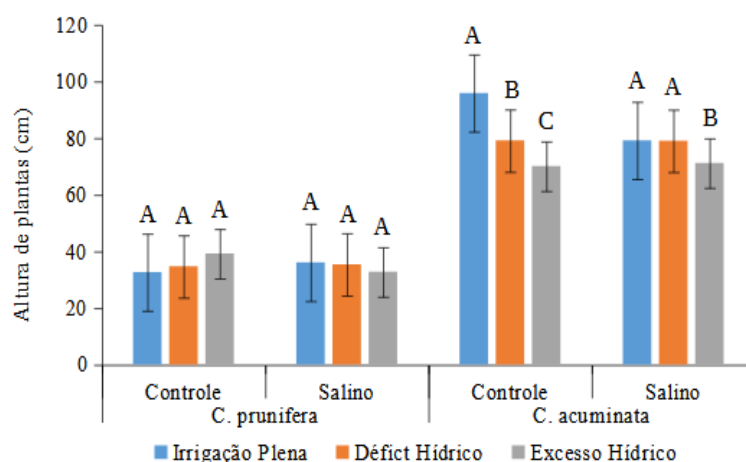


Figura 1. Altura das plantas conforme espécie, presença de efeito salino e regime hídrico.

No que tange ao índice relativo de clorofila, Medeiros (2021), ao submeter plantas jovens de *C. prunifera* a estresse hídrico por alagamento durante 20 dias, observou reduções no índice SPAD de 13%, resultado similar ao observado no presente estudo, onde observou-se um decréscimo de 10% do tratamento alagado em relação ao de irrigação plena para ambas as espécies. Medri et al. (2012) evidenciam o recorrente comprometimento no crescimento e na taxa fotossintética de plantas submetidas a estresse hídrico por alagamento decorrente da anoxia, fator que ainda apresentou redução na altura de plantas mesmo em conjunto ao efeito de estresse salino para *C. acuminata*.

Referente ao número de folhas, não houve diferença significativa para os tratamentos da subparcela e da subsubparcela, apenas sendo observada diferença entre as espécies, que ocorreu devido às suas características morfofisiológicas individuais.

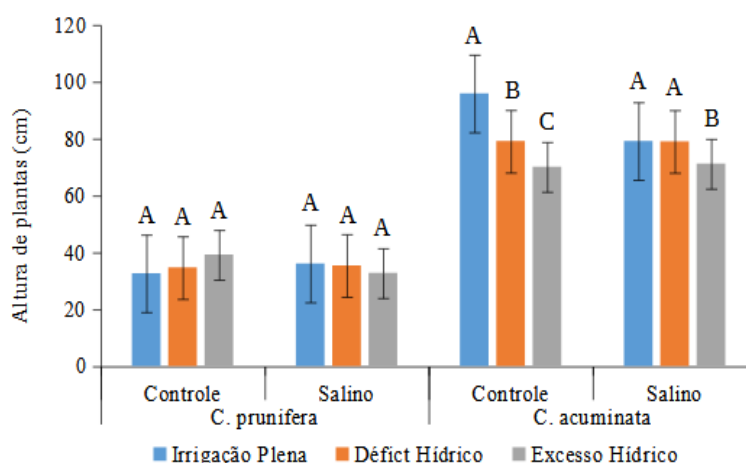


Figura 2. Índice relativo de clorofila para as espécies (2a) e para os diferentes regimes hídricos (2b).

CONCLUSÕES

C. prunifera exibe menos efeitos deletérios decorrentes dos estresses hídrico (déficit e excesso) e salino atuando de maneira isolada ou conjunta. Diferentemente, *C. acuminata* apresentou maior susceptibilidade à concentração de sais no solo e aos estresses hídricos por déficit e por alagamento.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de iniciação científica (Processo: 135232/2024-4) e de pós-doutorado sênior (Chamada CNPq No 32/2023). Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical - INCTAgris (CNPq/Funcap/Capes). Ao Programa Cientista-Chefe da Agricultura (SDE/Funcap/ADECE).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOWE, J. L. **Australian palms: biogeography, ecology and systematics**. Collingwood: CSIRO Publishing, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Embrapa-CNPS, 1999. 412 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Water in agriculture: opportunity untapped**. Rome: FAO, 2006.

GHEYI, H. R.; LACERDA, C. F.; FREIRE, M. B. G. S.; COSTA, R. N. T.; SOUZA, E. R.; SILVA, A. O.; FRACETTO, G. G. M.; CAVALCANTE, L. F. Management and reclamation of salt-affected soils: general assessment and experiences in the Brazilian semiarid region. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 53, e20217917, 2022.

MEDEIROS, W. J. F.; OLIVEIRA, F. I. F.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, A. R. A.; FERREIRA, J. F. da S. Isolated and combined effects of soil salinity and waterlogging in seedlings of ‘Green Dwarf’ coconut. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 1459–1468, jul./ago. 2018.

MEDEIROS, Wiliana Júlia Ferreira de. **Impactos de fatores do solo e da competição com *Cryptostegia madagascariensis* sobre as respostas ecofisiológicas de plantas jovens e adultas de *Copernicia prunifera*. 2021.** Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MEDEIROS, W. J. F.; OLIVEIRA, A. K.; ROCHA, F. S.; ALVES, G. P.; FREITAS, J. S. de; FERREIRA, H. S.. The ecophysiological responses of *Copernicia prunifera* palm trees to soil constraints and competition with invasive *Cryptostegia madagascariensis* in tropical dryland. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 45, n. 3, 2023.

MEDRI, C.; PIMENTA, J. A.; RUAS, E. A.; SOUZA, L. A.; MEDRI, P. S.; SAYHUN, S.; BIANCHINI, E.; MEDRI, M. E. O alagamento do solo afeta a sobrevivência, o crescimento e o metabolismo de *Aegiphila sellowiana* Cham. (Lamiaceae)? **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 123-134, 2012.